

CUDA+OpenGLを用いたGPU-FDTDによる 3次元音響シミュレーションと高速可視化

大久保 寛(首都大学東京)



GPGPU: CUDA+OpenGLによる 時間領域法と可視化のメリット

高速
計算

可視化

時間
領域

高速計算

並列化の効果が大きいFDTD法などの差分法を用いて、時間領域で高速計算を行うことで、従来の物理現象を解く

可視化

GPUは元々グラフィックス用のハードであるため、数値解析結果の高速可視化に優位。Fermiを利用することで、10PUでの高速計算+可視化が可能

時間領域

計算と同時に可視化することで、高速計算中の時間発展の様子がわかる

Motivation of our study

- ハードウェアによる高速化
 ● GPGPU (GPUを用いて時間領域シミュレーションを高速化)
 /マルチGPU計算 (1 node 8 GPU)
 /一般実用への適用
- 音場・電磁界数値シミュレーション
 ● 時間領域の手法 (FDTD法-CIP法)
 /高速化・高精度化

GPUシミュレーションの実用化に向けて
/複数機器への適用 (構成定数の設定)
/CUDA+OpenGLを組み合わせた高速可視化



一樣でない材質での高速化法

- 各グリッドに材質定数に対応したインデックスを考慮する
- インデックスに対応した量込み係数をコンスタントメモリから転送する
- 一樣化した値はコンスタントキャッシュにキャッシュングされるので、後は高速にアクセス出来る
- インデックスを考慮しただけならchar型で十分なので、メモリの節約になる

Device spec

Device	CUDA Cores	Memory [MB]	Bandwidth [GB/sec]
GeForce GTX 285	240	1024	159.0
GeForce GTX 295	240 * 2	896 * 2	111.9 * 2
GeForce GTX 480	480	1536	177.4

Fermiの特徴

- GTX 400シリーズ, Testa2050, 2070
- 1つのGPU内のコアの数が増えた
240 → 480 or 448
- 1次キャッシュを搭載
- DDR5の高速メモリ転送

計算結果

一樣材質の場合

計算環境	計算時間(s)	GFLOPS	GFUPS
Core i7 920(8スレッド)	136.31	4.631	0.386
GeForce GTX 480 X1	14.08	44.84	3.737
GeForce GTX 285 X1	14.64	43.13	3.594
GeForce GTX 295 X1	20.06	31.47	2.623
GeForce GTX 295 X2	10.29	61.36	5.113
GeForce GTX 295 X4	5.28	119.58	9.965
GeForce GTX 295 X8	2.79	226.29	18.86

(Nx, Ny, Nz) = (7168, 7168, 1024)

×9.7
×48.9

複数材質の場合

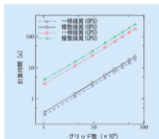
計算環境	計算時間(s)	GFLOPS	GFUPS
Core i7 920(8スレッド)	187.44	3.368	0.281
GeForce GTX 480 X1	17.47	36.14	3.011
GeForce GTX 285 X1	17.60	35.87	2.989
GeForce GTX 295 X1	24.00	26.307	2.192
GeForce GTX 295 X2	12.34	51.164	4.264
GeForce GTX 295 X4	6.31	100.06	8.338
GeForce GTX 295 X8	3.40	185.69	15.48

(Nx, Ny, Nz) = (7168, 7168, 1024)

×10.7
×55.1

デモ開始

- デモ内容
 - + 2D - FDTD音響シミュレーション
 - + 3D - FDTD音響シミュレーション
 - + 3D - FDTD電磁界シミュレーション (クロスセクション・ボリュームレンダリング)
- デモのノートPC環境
 - + OS : Windows 7 Pro 64bit
 - + CPU : Intel Core i7 930
 - + GPU : nVIDIA GeForce GTX 480M



グリッド数に対する計算時間の変化
(GTX480とCore i7の比較)

描画用データ更新のイメージ

